

EL ABORDAJE DE CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE HERENCIA EN LIBROS DE TEXTO UNIVERSITARIOS

LEGARRALDE, TERESA; VILCHES, ALFREDO

Departamento de Ciencias Exactas y Naturales, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (UNLP), 51 e/124 y 125, Ensenada, Buenos Aires, R. Argentina.

teresalegarralde@hotmail.com.ar

RESUMEN

En este estudio se explora el tratamiento dado a los conceptos relativos a la herencia en una muestra de textos destinados a la enseñanza superior, recomendados en los programas de asignaturas de los cursos introductorios y de los primeros años del Profesorado en Biología de la Universidad Nacional de la Plata y de los Institutos Superiores de Formación Docente de la ciudad de La Plata. El análisis se realizó en base a un protocolo elaborado a tal fin y a una lectura profunda de los capítulos que abordan el tema con el objeto de caracterizarlos. Se encontró que los contenidos suelen presentarse fuera de contexto y de modo disgregado e incompleto; las representaciones lingüísticas (lenguaje-discurso) y pictóricas (gráficos cartesianos, fotografías, diagramas) utilizadas, frecuentemente se encuentran desarticuladas, presentándose en forma tardía o temprana, no son utilizadas para establecer conexiones entre capítulos o temas relacionados, ni para presentar situaciones problemáticas o inducir a la resolución de ejercicios que requieran el uso de lápiz y papel; estos y las nociones de probabilidad, no están integrados al tratamiento de los contenidos. Esta ausencia de relaciones conlleva a que los recursos textuales y las imágenes presentes en el texto no sean aprovechados en todo su potencial.

Palabras clave: herencia, genética, libros de texto, enseñanza en el nivel superior.

INTRODUCCION

Diversos autores han señalado que los contenidos relativos al campo de la genética y los procesos implicados en la herencia, son una de las áreas de la Biología que mayores dificultades ofrece, tanto para la enseñanza como para el aprendizaje, muchas de las cuales han sido documentadas en la bibliografía existente sobre el tema (Ayuso, Banet y Abellán, 1996; Ayuso y Banet, 2002; Banet y Ayuso, 1995; Diez de Tancredi y Caballero, 2004 a; Diez de Tancredi, Caballero y Rodríguez Palmero, 2007; Gailhou *et al.*, 2008; Gallarreta, 2001, 2002, 2003; González *et al.*, 2008; Grande *et al.*, 2008; Grande *et al.*, 2009; Kindsfield, 1994; Kinnear, 1991; Liberatore Cavallo, 1994; Legarralde *et al.*, 2012; Legarralde *et al.*, 2014a; Lewis y Wood Robinson, 2000; Pashley, 1994; Stewart y Dale, 1989). Por esta razón resulta necesario obtener información que permita hipotetizar sobre las causas por las cuales los conceptos básicos sobre la herencia no son construidos debidamente, o detectar posibles factores que interfieran en la correcta comprensión y profundización de estos temas. Los trabajos revisados señalan que una de las líneas a explorar en este sentido, es el tratamiento que se da a estos contenidos en la bibliografía, la cual se constituye en una fuente de datos para esta investigación; en los mismos, diversos autores (Charrier Melillán *et al.* 2008; Diez de Tancredi y Caballero, 2004 b; García Cruz, 1990; González García y Tamayo Hurtado, 2000; Jiménez Valladares y Perales Palacios, 2001; Legarralde, 2011; Legarralde *et al.*, 2014 b; Martínez García, 2003; Perales y Jiménez, 2002; Perales, 2008; Pérez de Eulate y Llorente Cámara, 1998; entre otros) han reseñado que el tratamiento que se da en los libros de texto a determinados temas influye de modos diversos en la consecución de los aprendizajes en los diferentes niveles de la educación. Por esta razón, caracterizar el tratamiento dado a los conceptos relativos a la herencia en los textos destinados a la enseñanza superior se constituye como el objetivo de esta investigación.

METODOLOGÍA

El estudio realizado es de carácter cualitativo. Los textos seleccionados para el análisis son de uso corriente en el ámbito de la Enseñanza Superior universitaria y no universitaria, muestra que fue tomada como resultado del análisis de la bibliografía recomendada en los programas de las asignaturas correspondientes a los cursos introductorios y a los primeros años del Profesorado en Biología de la Universidad Nacional de la Plata y de los Institutos Superiores de Formación Docente de la ciudad de La Plata. Como un modo de ajustar la selección de los materiales a ser analizados, se realizaron consultas a docentes que se desempeñan en el ámbito de la Educación Superior universitaria y no universitaria respecto a los textos de Biología más comunmente utilizados. Los textos analizados (Tabla 1) son cinco obras de Biología General (textos 1, 2, 4, 5 y 6) y una de Zoología General (texto 3).

Nomenclatura	Obra	Referencia Bibliográfica
Texto 1	Villé <i>et al.</i> (1992)	VILLE, C.; SOLOMON, E.; MARTIN, Ch.; MARTIND.;BERG. y DAVIS, P. 1992. Biología. Ed. Panamericana. España.
Texto 2	Audersik y Audersik (1996)	AUDERSIK, T.; AUDERSIK, G. 1996. Biología. La vida en la Tierra. Prentice Hall.
Texto 3	Hickman <i>et al.</i> (2002)	HICKMAN, J., ROBERTS, L Y LARSON, A. 2002. Principios Integrales de Zoología. Mc Graw Hill. Interamericana, México.
Texto 4	Campbell y Reece	CAMPBELL, N.; RECEE, J. 2007. Biología. Editorial

	(2007)	Médica Panamericana. Madrid. España.
Texto 5	Curtis <i>et al.</i> (2008)	CURTIS, H; BARNES, S; SCHNEK, A; MASSARINI, A. 2008. Biología. Editorial Médica Panamericana. Madrid. España.
Texto 6	Sadava <i>et al.</i> (2009)	SADAVA, D.; HELLER, H. ORIAN, G.; PURVES, W.; HILLIS, D. 2009. Vida. La ciencia de la Biología. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina.

Tabla 1. Textos utilizados para el análisis, ordenados según su año de edición.

A los efectos del análisis se abordaron diferentes cuestionamientos o preguntas orientadoras que se presentan a modo de protocolo para el análisis, en el cual se consideraron aspectos concernientes al tratamiento que se da en los textos a los principios básicos sobre la herencia (Tabla 2). El procedimiento para el análisis de la bibliografía que se siguió consistió en que, una vez realizada la selección de los textos, se llevó a cabo una lectura preliminar de los Capítulos en los que se desarrollan temas relativos a la Reproducción Celular Meiótica, la Herencia y los Principios de Genética. El motivo de la misma, fue tener una visión general del tratamiento de los temas en la búsqueda de patrones comunes. Posteriormente se consideraron las preguntas orientadoras presentes en el protocolo, observación que brindó información relevante respecto a las características generales de cada obra; posteriormente se realizó una lectura exhaustiva, considerando el tratamiento de los temas desde dos puntos de vista, el didáctico y el disciplinar, tratando de identificar tendencias y describir características respecto al abordaje de los contenidos que resultan de interés en este estudio.

Aspectos analizados
1. ¿Se destaca la importancia biológica de la división meiótica? ¿Se atiende al modo en que se forman las gametas y la conservación del número cromosómico de cada especie? ¿Se considera su importancia como fuente de variabilidad?
2. La distribución aleatoria de los genes en la formación de las gametas y su encuentro en el momento de la fecundación ¿Se integran al abordaje del estudio de las leyes de la herencia?
3. ¿Se sientan las bases para interpretar los fundamentos de las leyes de la herencia? (¿Se establecen relaciones con las mismas?)
4. ¿Se valora en algún pasaje del texto la relación existente entre el proceso meiótico y las leyes de Mendel?
5. ¿Se contempla la realización de ejercicios o problemas de lápiz y papel, considerándolos como procedimientos que permiten visualizar el modo en que se distribuyen los genes en la descendencia?
6. ¿Se consideran nociones de probabilidades, distinguiéndose entre resultados esperados y resultados observados de un cruzamiento?
7. ¿Existe relación entre las representaciones lingüísticas (lenguaje-discurso) y las representaciones pictóricas (gráficos cartesianos, fotografías, diagramas de conceptos) utilizadas en los capítulos pertinentes?
8. Las representaciones externas utilizadas ¿permitirían el aprendizaje autónomo de los estudiantes?

Tabla 2. Protocolo utilizado para el análisis de los textos considerando aspectos relativos al tratamiento que se da en los mismos a los fundamentos de la Herencia.

RESULTADOS

En el caso del Texto 1, en el mismo se inicia la Parte III (*Genética*) de la obra desarrollando el Capítulo 9, *Cromosomas, Mitosis y Meiosis*, y continúa luego, en el Capítulo 10, con *Principios básicos de la Herencia*. En esta obra las figuras son escasas y se presentan en blanco y negro, lo cual llama poco la atención del lector; además, la ausencia de color en algunos casos (especialmente las microfotografías), hace que se pierda su capacidad explicativa, dado que resultan poco claras. Por otra parte, si bien el desarrollo del tema sienta las bases para interpretar los fundamentos de las leyes de la herencia, existe ausencia de relaciones con las mismas; lo mismo ocurre con el vínculo existente entre el proceso meiótico y las leyes de Mendel.

En el Texto 2 se desarrollan en diferentes capítulos pertenecientes a la Unidad II (*Herencia*), los temas que resultan de interés para este estudio. Sobre la base de una organización simple respecto a su presentación, se desarrollan los contenidos utilizando en forma apropiada los recursos lingüísticos y pictóricos. Sin embargo no se establecen relaciones con otros temas o capítulos de la obra. La distribución aleatoria de los genes en la formación de las gametas y su encuentro en el momento de la fecundación se abordan en la introducción del Capítulo 13, *Patrones de la Herencia*; luego se realiza un tratamiento tradicional del tema y no vuelve a hacerse referencia al mismo. Además, el tratamiento del proceso Meiótico no se integra al desarrollo de las leyes de Mendel.

Si se considera el Texto 3, en el Capítulo 5 (*Los principios de Genética*), se analiza la meiosis considerándola desde las bases cromosómicas de la Herencia, pero sin que este proceso se integre completamente al tratamiento de las leyes mendelianas de la Herencia. Si bien se consideran nociones de probabilidades, en general se refiere a resultados esperados, sin hacer la distinción con los resultados observados de un cruzamiento. Son escasas las figuras y las referencias a ellas presentes en el texto.

En el Texto 4, se observa que se utilizan “Figuras de Exploración”, las cuales son un conjunto de figuras relacionadas y un texto descriptivo; representan el núcleo del contenido de un determinado capítulo y en las mismas los componentes textuales y visuales se han fusionado. Además en esta edición se presentan “Figuras de investigación” (se plantea un problema, un experimento relacionado, los resultados y las conclusiones del mismo) y “Métodos de investigación” (se presenta la aplicación, técnica y resultados de un método determinado); el objeto es involucrar a los estudiantes en las investigaciones científicas y ayudar a los docentes a destacar los procesos de la misma. En el Capítulo 12 (*El ciclo celular*), se hace referencia al modo en que se forman las gametas y la conservación del número cromosómico de cada especie, tema que es tratado en el Capítulo 13 (*Meiosis y ciclos de vida sexual*). Sin embargo, en este último no se remite en ningún momento al capítulo anterior; esta desconexión también está presente respecto a todos los capítulos desarrollados con anterioridad. En cambio, al finalizar el tema, se hace referencia al capítulo 14 (*Mendel y el concepto de gen*), en el cual se repite el mismo esquema: desconexión con el o los capítulos anteriores y un párrafo final que actúa como conector con el Capítulo siguiente. En el desarrollo de los capítulos se alternan actividades, preguntas o situaciones problemáticas que inducen a la aplicación de los conceptos trabajados. En el Capítulo 15 (*Bases cromosómicas de la Herencia*) se establece claramente la relación existente entre el proceso meiótico y las leyes de Mendel.

Por otra parte, es de destacar que las figuras utilizadas otorgan claridad al tema desarrollado, ya que tienen relación concreta con el cuerpo del texto, y además al presentar una fusión entre componentes visuales y textuales, facilita la comprensión del contenido tratado. Se presenta además un soporte informático, un sitio web para el estudiante y otro para el docente, con variedad de recursos: preguntas de autoevaluación, actividades interactivas, fotos, diagramas,

cuadros, presentaciones en power point, enlaces y referencias bibliográficas disponible en Internet, etc. Sin embargo, en ningún apartado de los capítulos o en el cuerpo del texto, se remite a ellos.

Los autores del Texto 5, abordan el tema *La reproducción celular* en el capítulo 7, donde se tratan los procesos de división mitótica y meiótica. Con respecto a esta última, el tratamiento en el cuerpo del texto es breve, remitiéndose en el mismo a una figura que contiene cada etapa en forma esquemática y en fotos (ambos en una célula vegetal), con profusión de texto en los epígrafes. La referencia a la figura en el texto, aparece en forma muy temprana, antes que se desarrollen las generalidades sobre el mencionado proceso. En el capítulo 8 (*Los experimentos de Mendel y el nacimiento de la Genética*), no se hace alusión al capítulo precedente ni se establecen relaciones con el mismo, por lo cual no se integran los contenidos relativos a la división meiótica con los principios básicos de la herencia. Tampoco se establecen relaciones con el capítulo siguiente (Capítulo 9, *Las bases químicas de la herencia: el ADN y su replicación*). Existe fusión de texto e imágenes en algunas figuras. En esta obra se utilizan diversos recursos didácticos: Frases introductorias para cada capítulo, ilustraciones con sus referencias, recuadros y ensayos relacionados con: Procedimientos, Ciencia y Sociedad, Historia de la Ciencia, Ampliación de información. También cuenta con un sitio web complementario en el que se presentan: figuras interactivas y animadas, una galería de imágenes, textos relativos a la Historia de la Biología y a los Niveles de Organización, situaciones problemáticas. Durante el tratamiento de los diversos temas, los contenidos del capítulo pertinente, relacionados con el sitio web se indican con diferentes leyendas o íconos.

El Texto 6 presenta estos temas en los Capítulos 9 y 10, denominados respectivamente *Los cromosomas, el ciclo celular y la división celular* y *Genética: Mendel y más allá de Mendel*. Las figuras exponen los temas a partir de la fusión de los componentes textuales y visuales. Los capítulos están poblados de recursos como recuadros introductorios, guías de cada capítulo (los principales títulos formulados como preguntas), leyendas, revisiones y resúmenes de cada capítulo. También se presentan un ícono que remite al sitio web y figuras denominadas “Experimento” donde se presenta una hipótesis relativa a un problema, la metodología, los resultados y las conclusiones. A estas se asocian investigaciones adicionales o situaciones problematizadoras. El sitio web está disponible en idioma inglés y cuenta con guías animadas, preguntas y actividades interactivas, entre otras características.

Si bien la distribución aleatoria de los genes en la formación de las gametas y su encuentro en el momento de la fecundación se abordan sentando las bases para interpretar los fundamentos de las leyes de la herencia, no se establecen posteriormente, relaciones con las mismas. Si se valora, en algún pasaje del texto, la relación existente entre el proceso meiótico y las leyes de Mendel.

Algunos de los aspectos señalados en este análisis se incluyen entre los que han sido identificados como fuente de dificultades en la literatura sobre el tema; por ejemplo, la ausencia de relaciones entre los capítulos que integran cada obra o las representaciones externas utilizadas en la bibliografía, las cuales no favorecerían aprendizajes autónomos de los estudiantes, o al menos podrían constituirse en factores que interfieren en los mismos.

En general se observa una pérdida de situaciones de aprendizaje relacionada con una escasa utilización de las representaciones externas presentes en los libros de texto consultados, las cuales suelen encontrarse descontextualizadas. Además se las presenta en forma tardía o temprana durante el desarrollo de un tema, no se las utiliza para establecer conexiones entre capítulos o temas relacionados, no es frecuente recurrir a ellas para presentar situaciones problemáticas o para inducir a la resolución de ejercicios que requieran el uso de lápiz y papel.

DISCUSIÓN

El análisis de la muestra de libros seleccionada permitió realizar diversas observaciones. Un aspecto a destacar es que si bien se considera la importancia biológica de la división meiótica y el modo en que se forman las gametas (además de la conservación del número cromosómico de cada especie y la importancia de la misma como fuente de variabilidad), en los libros analizados estos contenidos se presentan de modo desarticulado, fragmentario y descontextualizado. En los capítulos examinados es notoria la desconexión entre la distribución aleatoria de los genes durante el proceso de formación de las gametas y los fenómenos asociados a la fecundación, con el abordaje del estudio de las Leyes de la Herencia; es preciso señalar que cuando esto ocurre, se lo hace en un apartado o sin establecer vínculos con el resto del texto o de otros capítulos relacionados. Otra característica destacable es que durante el tratamiento de los temas relativos a los fundamentos genéticos de la vida, se asientan las bases para interpretar las Leyes de la Herencia, sin embargo, no se establecen relaciones con las mismas por lo cual los recursos textuales y las imágenes presentes en el texto son desaprovechadas. Por ejemplo: No se destaca la relación existente entre el proceso meiótico y las Leyes de Mendel, perdiéndose de este modo, el valor de las proposiciones e imágenes utilizadas así como las diversas conexiones que pueden establecerse entre los contenidos. También se observó, que el tratamiento de las probabilidades en relación con los resultados observados y esperados en los cruzamientos, no se encuentra integrados con el desarrollo de los contenidos.

Las particularidades señaladas en los párrafos precedentes, coinciden con los resultados obtenidos por Perales (2008) en libros españoles de Educación Secundaria; en dicha investigación se pone en evidencia la inadecuación didáctica de las ilustraciones presentes en los textos analizados. El autor destaca en particular la insuficiente orientación sobre la información que las ilustraciones suministran, tanto dentro de la propia imagen como en relación con el texto escrito externo a la misma. Las escasas relaciones entre los núcleos temáticos detectada en el presente análisis, induce a pensar que esto probablemente incida en los aprendizajes, dado que los mismos implican la formación de las propias representaciones sobre un contenido que hacen los futuros docentes. Otra particularidad observada en la literatura consultada se refiere a la utilización que se hace de los problemas de Genética al presentarlos en el cuerpo de los capítulos pertinentes. Diversos autores (García y Cañal, 1995; Gil y Martínez-Torregrosa, 1987; Gil et al., 1988; Perales, 1993, entre otros) han destacado la importancia de trabajar con problemas, ya que el mismo genera un proceso de reconstrucción de conocimientos que aproxima al alumno a temas susceptibles de despertar su interés, favoreciendo el logro de aprendizajes autónomos de manera progresiva. En los textos analizados en este estudio, si bien la realización de ejercicios o problemas de lápiz y papel están presentes, los mismos se presentan en general, al final de los capítulos a modo de ejercitaciones o de actividades complementarias. Es decir que este tipo de actividades no forman parte del cuerpo de los capítulos respectivos. En consecuencia, se observa que no se orienta al lector respecto a la resolución de problemas. Por otra parte, el trabajo con problemas efecto-causa o problemas abiertos, favorece el aprendizaje duradero (Ibáñez Orcajo, 2002). Sin embargo, se advierte que la mayor parte de los problemas presentados son del tipo causa-efecto o problemas cerrados, situación que ya había sido reportada por Perales, et al., (2000). Además, en la literatura bajo análisis se detectó la ausencia de trabajos prácticos; las experiencias que se describen suelen ser presentadas de modo que ilustren una explicación. En los textos prevalece el contenido teórico, sin articulación con propuestas prácticas o experimentales (referido también para otro nivel educativo, por García Barros y Martínez Losada, 2003). Se observa también, en concordancia con Jiménez Valladares y

Perales Palacios (2001), que se plantean preguntas, problemas y cuestionamientos que requieren la supervisión de los docentes. En este trabajo se adhiere a la recomendación de los citados autores, quienes consideran necesario un proceso de renovación de los libros de texto, mejorando la coordinación entre los autores de los contenidos y los ilustradores. Finalmente, cabe destacar que las representaciones lingüísticas (lenguaje - discurso) y pictóricas (gráficos cartesianos, fotografías, diagramas de conceptos) utilizadas en los capítulos examinados, se encuentran relacionadas con el contenido tratado pero descontextualizadas. Otra característica a destacar que se aprecia en los textos más modernos tomados para el análisis (Campbell y Reece, 2007; Curtis et al, 2008; Sadava et al, 2009), es que se presentan múltiples recursos didácticos, tanto en el cuerpo de la obra como en los sitios web complementarios. A pesar de esto, la forma en que se los utiliza, induce a pensar que el potencial didáctico de los mismos como dinamizadores del aprendizaje, no se explota en su totalidad. Esta idea se sustenta una vez más, en la ausencia de relaciones entre temas y capítulos, en un trabajo compartimentalizado en el cual está ausente la integración de conceptos y procesos; parece que “todo está allí, en los textos”, pero no se aprovecha la riqueza o valor didáctico de los diversos recursos.

Por lo antes expuesto se observa que el tratamiento dado a los temas objeto de análisis, podría contribuir a la fragmentación de los saberes y dificultar el desarrollo de procesos de comprensión, cuya consecuencia probable es la de obstaculizar el análisis de procesos complejos como la replicación del ADN, el flujo de la información genética de una generación a otra y su manifestación en la descendencia.

Una línea de análisis que podría estar relacionada con las regularidades encontradas en los libros revisados, es la que plantean Nascimento y Martins (2007), quienes advierten que los autores de libros consideran un determinado perfil de estudiante y profesor cuando producen los textos de Genética, y que probablemente estas condiciones de producción del texto afecten aspectos como su composición y organización; sobre esta base cabría reflexionar acerca de los propios criterios de selección de los profesores y sobre las posibilidades de interacción entre los estudiantes y los capítulos o libros de Genética, ya que si lo planteado ejerce influencia sobre los aprendizajes de los alumnos, se presenta un escenario complejo en relación a los factores que influyen y condicionan los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Una pregunta que se formuló al inicio de este estudio y que se debe responder como resultado del análisis de los textos seleccionados es si las definiciones, gráficos y otras representaciones que aparecen en la bibliografía permitirían el aprendizaje autónomo; en relación a esto se ha justificado que el modo en que son presentados y utilizados por los autores no favorece los aprendizajes ya que son pobremente utilizados sin aprovechar todo su potencial. Esta debilidad detectada podría interferir en aprendizajes de otros conceptos abstractos y complejos relacionados. Como se argumentó, la desconexión entre temas que por su naturaleza están integrados, podría ser una de las razones de más peso que obstaculicen los aprendizajes. ¿Cuáles son entonces las características de las definiciones, gráficos y otras representaciones que aparecen en la bibliografía? Si se hace referencia a las definiciones, estas son incompletas, parciales y no integradoras. Respecto a los gráficos, los mismos son poco utilizados y no se induce a su interpretación; resultan representaciones interesantes pero poco explotadas desde su lectura o análisis.

CONCLUSIONES

En la literatura bajo análisis se identificaron una serie de características que resultan de interés para los docentes dado que podrían estar vinculadas con los aprendizajes logrados por los estudiantes. Una de ellas es que las representaciones externas suelen encontrarse descontextualizadas. Si bien se observa una relación entre las representaciones lingüísticas (lenguaje-discurso) y las representaciones pictóricas (gráficos cartesianos, fotografías, diagramas de conceptos) utilizadas en los capítulos pertinentes, las mismas suelen presentarse fuera del contexto necesario para que adquieran su verdadero valor, por lo que no se aprovecha el potencial de estas representaciones como dinamizadores de los aprendizajes, dado que suelen presentarse temprana o tardíamente en relación al desarrollo del tema.

Otra particularidad es que no se recurre a las representaciones externas para establecer relaciones transversales o verticales en el texto, desperdiciándose su valor para establecer conexiones entre capítulos o temas relacionados. Por otra parte, son escasas las situaciones en las cuales se utiliza una representación pictórica para plantear situaciones problematizadoras o para introducir al alumno en la resolución de problemas de lápiz y papel. Además, existe una pérdida de situaciones de aprendizaje relacionada con un uso insuficiente de las representaciones externas presentes en los libros de texto consultados y ausencia de relaciones entre los capítulos que integran cada obra, presentándolos como entidades independientes unos de otros y perdiéndose así el carácter integrador de la disciplina (incluso temas que se tratan en un mismo capítulo, se desarrollan sin establecer vínculos con las temáticas correspondientes al mismo).

A partir del trabajo realizado se derivan o muestran indicios de una pérdida de posibilidades o itinerarios didácticos que se podrían recorrer, al no explotar las potencialidades de las representaciones utilizadas en los textos. Además, la ausencia de articulación entre contenidos y el tratamiento compartimentalizado que se observa en los mismos, podría ser el origen de dificultades en la comprensión de los procesos vinculados a la herencia; también podría contribuir a la adquisición de saberes fragmentarios como ya se ha observado. En consideración de lo anterior, resultaría apropiado extender a la formación de grado, las recomendaciones de Fabro (2006) acerca de la organización de los contenidos en “tópicos generativos” como estrategia para la superación de la fragmentación de saberes y para el desarrollo de procesos de comprensión en la capacitación de posgrado de profesores de Ciencias; el énfasis del autor está puesto en la investigación a partir de las propias actividades de enseñanza, con base en los resultados de problemas prácticos y su posterior análisis, con el objeto de atender a las opiniones de los protagonistas.

El estudio efectuado mostró que las situaciones de aprendizaje o cuestionamientos presentados en los textos, hace que se requiera del acompañamiento o supervisión por parte de los docentes, elemento que debería considerarse o resultar de interés a los fines de realizar un trabajo conjunto de análisis bibliográfico en las aulas universitarias, de modo de lograr un mejor uso del material que cada uno ofrece, aprovechando al máximo la riqueza de imágenes e información aportados en cada obra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayuso, E.; Banet, E. y Abellán, T. (1996). Introducción a la Genética en la Enseñanza Secundaria y el Bachillerato: II. ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios? *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 127-142.

Ayuso, E. y Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 133-157.

Banet, E. y Ayuso, E. (1995). Introducción a la Genética en la Enseñanza Secundaria y el Bachillerato: I. Contenidos de la Enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 137-153.

Charrier Melillán, M.; Grande E.; Basque, C. Y Vilanova, S. (2008). Las Imágenes de Gen, Cromosoma y Meiosis en los Libros de Texto Universitarios. En actas de VIII Jornadas Nacionales y III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. Mar del Plata Buenos Aires Argentina

Díez de Tancredi, D. y Caballero, C. (2004). Representaciones externas de los conceptos biológicos de gen y cromosoma. Su aprendizaje significativo. *Revista de investigación*, 56, 91-121.

Díez de Tancredi, D. y Caballero, C. y Rodríguez Palmero, M. L. (2007). Los significados del concepto de gen en Biología y sus implicaciones para la enseñanza. Diagnóstico con expertos científicos y biólogos. V Congreso Internacional de aprendizaje significativo. Madrid, España.

Díez Escribano, D.; Caballero Sahelices, C. (2004). Imágenes externas de gen y cromosoma en materiales instruccionales para la Enseñanza de la Biología en el Sistema Educativo Venezolano. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 4 (2), 74-86.

Fabro, A. (2006). Importancia de la organización de los contenidos en “tópicos generativos” para la superación de la fragmentación de los saberes y para el desarrollo de procesos de comprensión, en la capacitación de posgrado de profesores de ciencias biológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), Tesis Didácticas.

Gailhou, C.; Ercoli, P.; Tello Alvial, V.; Wajncser, Y. (2008). Herencia Biológica: Obstáculos Didácticos vinculados con las Concepciones Alternativas de los alumnos de Escuela Secundaria Básica sobre Herencia Biológica y Genética. En actas de VIII Jornadas Nacionales y III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

Gallarreta, S. (2001). Concepciones postinstruccionales sobre ADN, cromosomas, genes y alelos de los estudiantes de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tesis de Maestría.

Gallarreta, S. (2002). Concepciones postinstruccionales sobre ADN, cromosomas, genes y alelos en el nivel universitario: determinación y análisis en estudiantes de Ciencias Veterinarias. *Revista de Educación en Biología*, 5 (2), 56-60.

Gallarreta, S. (2003). Concepciones postinstruccionales y obstáculos de aprendizaje en conceptos genéticos básicos. Determinación y análisis en el nivel universitario. Memorias del Encuentro de Investigadores en Enseñanza de las Ciencias. Facultad de Ingeniería. UNCPBA.

García Barros, S. y Martínez Losada, C. 2003. Análisis del Trabajo Práctico en textos escolares de Primaria y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, 5-16.

García Cruz, C.M. (1990). Algunos errores conceptuales sobre Genética derivados de los libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (2), 197-198.

- García, J. J y Cañal, P. (1995). ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. *Investigación en la escuela*, 25, 5-16.
- Gil, D. y Martínez-Torregrosa, J. (1987). *La resolución de problemas de Física: una didáctica alternativa*. Madrid: M.E.C. Vicens Vives.
- Gil, D., Martínez-Torregrosa, J. y Senent Pérez, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 131-146.
- González, N. Lorenzo, M. G. ; Rossi, A.. 2(008). El Conocimiento Pedagógico Del Contenido (Cpc): La Enseñanza de la Meiosis en el Nivel Medio. En actas de VIII Jornadas Nacionales y III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. Mar del Plata Buenos Aires Argentina
- González García, F. y Tamayo Hurtado, M. (2000). Sobre el origen de los conocimientos previos en Biología: elementos comunes entre el alumnado y los libros de texto. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*. Vol.13, 1999-2015
- Grande, E.; Charrier Melillán, M. y Vilanova, S. (2008). Las Representaciones de Gen, Cromosoma y Meiosis que presentan los Estudiantes Universitarios. En actas de VIII Jornadas Nacionales y III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Grande, E.; Charrier, M.; Y Vilanova, S. (2009). ¿Qué conocimiento sobre herencia y genética poseen un grupo de estudiantes de secundaria argentinos?. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 525-529. (<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-525-529.pdf>).
- Ibáñez Orcajo, M. T. (2002). Aplicación de una Metodología de resolución de problemas como una investigación para el desarrollo de un enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en el currículo de Biología de Educación Secundaria. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias de la Educación. Centro de Formación del Profesorado. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- Jiménez Valladares, J. y Perales Palacios, F.J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de Física y Química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1): 3-19.
- Kindfield, A. C. H. (1994). Understanding basic biological process: expert and novice model of meiosis. *Science Education*, 78(3), pp. 255-283
- Kinnear, J. (1991). Using and historical perspective to enrich the teaching of linkage in genetics. *Science Education*, 75(1), pp. 69-85
- Legarralde, T. (2011). Representaciones sobre Meiosis y Leyes de Mendel de estudiantes del Profesorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue. Tesis inédita de Maestría.
- Legarralde, T.; Gallarreta, S. y Vilches, A. (2012). Comprensión del proceso meiótico en estudiantes del profesorado en ciencias biológicas. Actas “III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales”. Realizadas en la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata del 26 al 28 de septiembre de 2012.

Legarralde, T.; Vilches, A. y De Andrea, P. (2014a). Percepción sobre la enseñanza de la Genética en futuros Profesores de Biología. Actas de las XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. General Roca. Río Negro. Argentina. Disponible en:

<http://congresosadbia.com/ocs/index.php/roca2014/roca2014/schedConf/presentations>

Legarralde, T.; Gallarreta, S. y Vilches, A. (2014b). Representaciones sobre el concepto de gameta en futuros profesores de biología. El papel de los libros de texto. *Revista de Educación en Biología*. 17 (2), 55-69.

Lewis, J.; Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance - do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22 (2), 177 - 195.

Liberatore Cavallo, A.(1994). Relationships between student's meaningful learning orientation and their understanding of genetics topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (4), 393-418.

Martínez García, M. (2003). Análisis del contenido de Genética en textos de Educación No Universitaria. *Revista Interuniversitaria de Formación de Profesorado*, 17(1): 207-208.

Nascimento, T. y Martins, I. (2007). Genética en la escuela. 02(01), 28-30 (www.sbg.org.br).

Pashley, M. (1994). A level students: their problems with gene and allele. *Journal of Biological Education*, 28 (2), 120-126.

Perales, F. J. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 170-178.

Perales, F. J. (2008). La Imagen en la Enseñanza de las Ciencias: Algunos Resultados de Investigación en la Universidad de Granada, España. *Formación Universitaria*, 1 (4).

Perales, F.J., Alvarez, P., Fernández, M., García, J. González, F y Rivarrosa, A. (2000). Resolución de Problemas, 172 -186. Editorial Síntesis. Madrid.

Perales, F. J. y Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 369-386

Pérez de Eulate, L. y Llorente Cámara, E. (1998). Las imágenes en la enseñanza-aprendizaje de la biología. *Alambique*, (16), 45-53

Stewart, J. y Dale, M. (1989). High school student's understanding of chromosome/genes behavior during meiosis. *ScienceEducation*, 73(4), pp. 501-521